

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический институт
Направление подготовки (специальность) 150301 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
Кафедра «Сварочное производство»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ – СВАРКИ ОСНОВАНИЯ СЕКЦИИ КРЕПИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ МКЮ2У.75

УДК 622.285.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А32	Македон М.А		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Спец. по УМР	Павлов Н.В.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В.П.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С.Б.	д.т.н., доцент		

Юрга – 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический институт
 Направление подготовки (специальность) 150700 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
 Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломный проект

 (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10А32	Македону Максиму Александровичу

Тема работы:

Разработка технологии, проектирование оснастки и участка сборки-сварки основания секции механизированной крепи МКЮ.2У.75	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	30.01.2017 г. № 20/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	Материалы преддипломной практики
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формулировка проектной части. 2. Теоретический анализ. 3. Инженерный расчет. 4. Технологическая часть. 5. Конструкторская часть. 6. Пространственное расположение производственного процесса. 7. Организационная часть. 8. Социальная ответственность

	9. Финансовый менеджмент
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.МКЮ.2У.75.100.081.00.000 СБ Основание 5 листов (А1). 2. ФЮРА.000001.081.00.000 СБ Приспособление сборочное 2 листа (А1). 4. ФЮРА.000001.081 ЛП План участка 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000002.081 ЛП Вентиляция общеобменная 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000003.081 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000004.081 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Кузнецов М.А
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Солодский С.А.
Социальная ответственность	Шиков В.П.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший СП	Крюков А.В.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10671	Гутов Н.В.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический институт
Направление подготовки (специальность) 150301 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
Кафедра «Сварочное производство»
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016 – 2017 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ - ПЛАН
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Срока сдачи студентом готовой работы	
--------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела(модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Обзор литературы	20
	Объекты и методы исследования	20
	Расчет и аналитика	20
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры СП	Кузнецов М.А	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С.Б	д.т.н.		

Юрга – 2017г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А32	Македону Максиму Александровичу

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:
<i>Оценка стоимости производства по базовому технологическому процессу основания МКЮ.2У.75.08.100</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
<i>1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления</i>
<i>2. Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями</i>
<i>3. Определение затрат на основные материалы</i>
<i>4. Определение затрат на вспомогательные материалы</i>
<i>5. Определение затрат на заработную плату</i>
<i>7. Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В.П.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А32	Македон М.А		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А32	Македону Максиму Александровичу

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i>	<i>Вредные и опасные производственные факторы, возникающие на участке сборки сварки основания.</i>
<i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<i>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</i>
<i>3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i>	<i>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i>
<i>4. Охрана окружающей среды:</i>	<i>Вредные выбросы в атмосферу.</i>
<i>5. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i>	<i>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте</i>
<i>6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	<i>Проектирование системы приточно-вытяжной вентиляции на разрабатываемом участке.</i>

Перечень графического материала	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	<i>Система вентиляции участка</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой БЖДиФВ	Солодский С.А	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А32	Македон М.А		

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 30A12

Македон М.А

Руководитель ВКР

Кузнецов М.А

Реферат

Выпускная квалификационная работа 115 с., 0 рисунков, 20 таблиц, 17 источников, 3 приложения, 11 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка, технология, сборочно-сварочное приспособление, план участка, механизированная шахтная крепь.

Объектом исследования является процесс сборки-сварки основания шахтной крепи.

Актуальность данной работы усовершенствование существующей технологии.

Целью данной работы является разработка и проектирование эффективного производства, с применением современного оборудования, использованием более совершенной технологии и достижение высокой степени механизации производства для основания шахтной крепи ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.110.000СБ.

Данная ВКР представлена введением, девятью разделами (главами) и заключением, приведен список использованных источников.

Оглавление

Введение	15
1 Формулировка проектной задачи	17
2 Теоретический анализ	18
3 Инженерный расчёт	19
3.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	20
3.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	25
3.3 Расчёт режимов сварки	28
4 Технологическая часть	36
4.1 Технологический анализ выбранного производства	36
4.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	37
4.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	39
4.4 Техническое нормирование операций	40
4.5 Выбор технологического оборудования	43
4.6 Контроль технологических операций	44
4.7 Разработка технической документации	48
5 Конструкторская часть	49
5.1 Общая характеристика механического оборудования	49
5.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	49
5.3 Работа сборочно-сварочных приспособлений	50
6 Пространственное расположение производственного процесса	51
6.1 Состав сборочно-сварочного цеха	51
6.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	52
6.3 Планировка заготовительных отделений	52
6.4 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	53

6.5 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	54
7 Организационная часть	57
7.1 Выбор и обоснование прогрессивных форм организации производства	57
7.2 Меры по совершенствованию организации труда и управлению производственным процессом	58
7.2.1 Аттестация сварщиков	62
7.2.2 Аттестация оборудования	63
7.2.3 Аттестация сварочных материалов	64
8 Социальная ответственность	65
8.1 Характеристика объекта исследования	65
8.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на данном участке	65
8.3 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	68
8.4 Обеспечение требуемого освещения на участке	70
8.5 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата участка. Вентиляция и кондиционирование	71
8.6 Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном участке	72
8.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени	73
8.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	74
9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	75
9.1 Сравнительный экономический анализ вариантов	75
9.1.1 Расчет необходимого количества производственного оборудования	76
9.1.2 Расчет численности производственных рабочих	77

9.1.3	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	79
9.1.4	Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	81
9.1.5	Определение затрат на основной материал	81
9.1.6	Определение затрат на вспомогательные материалы	82
9.1.7	Определение затрат на заработную плату	83
9.1.8	Определение затрат на силовую электроэнергию	84
9.1.9	Определение затрат на сжатый воздух	84
9.1.10	Определение затрат на амортизацию оборудования	85
9.1.11	Определение затрат на амортизацию приспособления	85
9.1.12	Определение затрат на ремонт оборудования	86
9.1.13	Определение затрат на содержание здания	87
9.2	Расчет технико-экономической эффективности	87
9.3	Основные технико-экономические показатели участка	89
	Заключение	90
	Список использованных источников	91
	Приложение А (Спецификация МКЮ.2У.75.08.100)	93
	Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	96
	Приложение В (Технологический процесс)	97
	Диск CD-R	в конверте на обложке
	Графическая часть	На отдельных листах
	ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.081.00.000 СБ Основание. Сборочный чертеж	Формат 5-А1
	ФЮРА.000001.081.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат 2-А1
	ФЮРА.000002.081.00.000 ЛП План участка	Формат А1

ФЮРА.000003.081.00.000ЛП Система вентиляции участка

Формат А1

ФЮРА.000004.081.00.000 ЛП Экономическая часть

Формат А1

ФЮРА.000005.081.00.000 ЛП Карта организации труда

Формат А1

Введение

Широкое применение сварки обусловлено её экономичностью и эффективностью получения неразъемных соединений. Сварка позволяет сократить расход металла, массу конструкций, трудоемкость производственных процессов. Механизация и автоматизация сварочных процессов позволяет увеличить производительность труда, улучшить качество изделий, уменьшить затраты на производство единицы продукции.

Сейчас сварка один из ведущих способов обработки металлов. Имеется большое количество видов сварки: ручная дуговая сварка, сварка под флюсом, сварка давлением, сварка в защитных газах плавящимся и не плавящимся электродом, электрошлаковая сварка и т.д.

Наибольшее распространение получила сварка в смеси защитных газов $Ar+CO_2$ (аргон+углекислый газ), потому что способ имеет высокие технико-экономические показатели, отличается универсальностью и гибкостью. Преимущества заключаются:

- а) комбинирование влияния углекислого газа и аргона;
- б) высокое качество сварных швов;
- в) стабильность сварочной дуги;
- г) возможность сварки тонкостенных изделий;

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки основания шахтной крепи ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.110.081.00.000 СБ.В ходе проводимой работы надо получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации производства повышающей производительность и условия труда.

В современных условиях сварочному производству необходимо стремиться к массовому использованию высокотехнических и высокоэффективных систем, машин и технологических процессов, которые обеспечивают высокую

механизацию и автоматизацию производства, и рост производительности труда. Это обеспечит лучшее использование рабочей силы, конкурентоспособность на рынке, что является основой современной промышленности

1 Формулировка проектной задачи

Выпускная квалификационная работа ставит цели соответствие достигнутого выпускником уровня естественнонаучной, социально-экономической, специальной и общепрофессиональной подготовки требованиям государственного стандарта высшего профессионального образования по специальности 150301 «Оборудование и технология сварочного производства».

В процессе выполнения ВКР требуется разработать и спланировать участок сборки и сварки основания шахтной крепи горношахтного оборудования, включающей выбор эффективного метода сварки, расчет режимов сварки, техническое нормирование операций, определение состава необходимых элементов производства, расчет и конструирование оснастки. Так же разработать экономическую и технологическую части, которые должны способствовать созданию современного и высокоэффективного сварочно-сборочного участка по выпуску продукции, с условием быстрой окупаемости, рентабельности и соответствие другим необходимым условиям.

2 Теоретический анализ

Целью теоретического анализа является определение различных путей улучшения производственного процесса изготовления изделия, которые влияют на улучшение технико-экономических показателей.

В результате анализа базового технологического процесса сварки основания выявлены некоторые недостатки. Для их устранения предлагается сократить время производственного процесса за счет использования сборочно-сварочного приспособления.

При внедрении данного изменения в технологический процесс, улучшатся технико-экономические показатели, снизится себестоимость изделия, повысится производительность труда, что приведёт к рентабельности данного изделия

3 Инженерный раздел

3.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – основание шахтной крепи. Эта конструкция подвергается большим статическим и циклическим нагрузкам. Используемый материал деталей – стали 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 30ХГСФЛ, ст3пс5. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью высокой надежности и прочности. Химический состав и механические свойства сталей приведены в таблицах 3.1 и 3.2 [1].

Таблица 3.1 - Химический состав сталей в %

Массовая доля элементов, %, не более	Марка стали			
	30ХГСФЛ	10ХСНД	14ХГ2САФД	Ст3пс5
C	0,25 - 0,35	0,08 - 0,12	0,11 - 0,17	0.14 - 0.22
Si	0,4 - 0,6	0,8 – 1,1	0,7	0.05 - 0.15
Mn	1 - 1,5	0,5 – 0,8	1,5	0.4 - 0.65
S	0,05	0,04	0,020	0.05
P	0,04	0,035	0,035	0.04
Cr	0,3 - 0,5	0,6 – 0,9	0,8	0.3
Ni	-	0,5 – 0,8	0,35	0.3
Cu	0,3	0,4 – 0,6	0,1 – 0,4	0.3
As	-	0,08	-	0.08
Al	-	-	0,01 – 0,045	-
V	0,06 - 0,12	-	0,04 – 0,08	-
N	-	0,012	0,009 – 0,02	0.008

Таблица 3.2 - Механические свойства сталей

Марка стали	Предел прочности σ_B , Н/мм ²	Предел текучести σ_T , Н/мм ²	Относительно е удлинение δ_5 , %	Ударная вязкость, a_n Дж/см ²
30ХГСФЛ	600-830	400-670	15	35
10ХСНД	530	390	19	39
14ХГ2САФД	590 - 835	490 - 735	16	59
СтЗпс5	380-490	205-245	25	

Способ сварки выбираем таким образом, чтобы способ удовлетворял, установленным исходными данными, требованиям. Если имеется возможность использовать несколько способов, окончательный выбор производится по результатам экономической оценки[2].

Делаем выбор в сторону механизированной сварки в среде защитных газов (смеси газов $Ar+CO_2$) плавящимся электродом. Данный способ сварки характеризуется следующими факторами:

- а) Наличие возможности вести механизированную сварку, а при наличии в изготавливаемом изделии сварных швов протяженностью больше 1 м, то использование механизированной сварки очень важно;
- б) Высокие механические свойства сварных соединений;
- в) Высокая производительность и легкость механизации;
- г) Значительное уменьшение сварочных брызг [2].
- д) Отсутствие операций по удалению шлака;
- е) Меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- ж) При использовании смеси газов, низкая стоимость активных газов и повышение стабильности дуги при использовании инертных газов.

При механизированной сварке в защитных газах электродная проволока – единственный материал, через который возможно изменять свойства и состав металла шва. Состав металла шва должен быть близким к составу основного материала, а необходимые свойства получают за счет сварочной проволоки. В качестве основной проволоки выбираем Св-08Г2С ГОСТ 2246-70. Для некоторых швов выбираем проволоку Св-08ГСМТ с повышенным содержанием элементов раскислителей и наличием более лучших раскислителей титана и молибдена.

Эти проволоки по ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Поставляется в мотках, запечатанных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К моткам прикреплен бирка с названием завода-изготовителя, ГОСТ, диаметр, марка. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. При применении данной проволоки снижается уровень разбрызгивания, позволяет использовать оборудование различных классов. Химический состав и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 - Химический состав проволоки по ГОСТ 2246-70

Марка проволоки	Химический состав, %								
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P
								не более	
Св-08ГСМТ	0,06÷0,11	1,0÷1,3	0,4÷0,7	≤0,3	≤0,3	0,2÷0,4	0,05÷0,12	≤0,025	≤0,03
Св-08Г2С	0,05÷0,11	1,80÷2,10	0,7÷0,95	≤0,2	≤0,25	—	—	≤0,025	≤0,03

Таблица 3.4 - Механические свойства металла шва [3].

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	α_n , Дж/см ²	
			20°С	0°С
Св-08ГСМТ	690	23	86	-
Св-08Г2С	564	28	69	-

Сварка ведется в среде защитных газов (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона) по ТУ 2114-004-00204760-99.

Для подогрева будем использовать газовое пламя, состоящее из кислорода и ацетилена. Состав кислорода и свойства ацетилена приведены в таблице 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 - Состав кислорода по ГОСТ 5583 - 78, %

Кислород технический	Содержание кислорода, %, не менее
Сорт I	99,7
Сорт II	99,5
Сорт III	99,2

Таблица 3.6 - Свойства ацетилена [3]

Максимальная температура пламени, °С		Пределы взрываемости (%) газов и паров жидкости в смеси	
с воздухом	с кислородом	с воздухом	с кислородом
2325	3150	1,5 – 100	1,5 – 100

При выборе материалов один из главных критериев- это свариваемость. Для определения свариваемости, надо исходить из физической сущности процесса сварки и отношения к нему материала. Процесс сварки – это совокупность одновременно протекающих процессов, основные из которых: тепловое воздействие на материал, плавление, металлургические процессы и

кристаллизация материалов. Отсюда свариваемость -это отношение материалов к этим процессам. Так же свариваемость – это способность металлов образовывать неразъемные соединения при установленной технологии, отвечающим требованиям к эксплуатации изделия. Свариваемость бывает физическая и технологическая[5].

Технологической свариваемость - отношение металла к установленному способу и режиму сварки. Физическая свариваемость характеризуется процессами в зоне сплавления свариваемых металлов, в следствии которых получается сварное соединение. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Особенности сварки, такие как высокая температура нагрева, специфичность атмосферы над сварочной ванной, форма свариваемых деталей и т.д – может нести отрицательные последствия:

- а) Химическая неоднородность основного металла и металла шва.
- б) Неоднородность механических свойств и структуры основного металла и металла шва
- в) Изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- г) Возникновение в сварных соединениях напряжений, способствующих образованию трещин;
- д) образование в процессе сварки закалочных структур, тяжело удаляемых окислов, шлаковых включений, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- е) образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При разных видах сварки наблюдается окисление компонентов сплавов. В стали, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить:

- а) определение химического состава, структуры и свойств металла;
- б) оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

- в) оценка склонности сталей к образованию трещин;
- г) оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Методы определения технологической свариваемости разделяют на две группы: первая группа - прямые способы, свариваемость определяется сваркой различных образцов; вторая группа – косвенные способы процесс, который имитирует влияние сварочного процесса и заменяет его. Первая группа говорит о предпочтительности способа сварки, трудностях возникающих при этом способе и о рациональных режимах сварки. Вторая группа не дает прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов и рассматриваются как предварительные лабораторные испытания.

По свариваемости стали разделяют на 4 группы:

- а) Первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- б) Вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- в) Третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- г) Четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основными признаками, характеризующие свариваемость сталей являются: механические свойства сварного соединения и склонность к образованию трещин.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан[5]:

$$C_{\text{экв}} = C + Mn/9 + Cr/9 + Ni/18 + 7Mo/90 \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 %, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}}=0,14 + (1/9) + (1/9) + (0,3/18) =0,38\%,$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$C_{\text{экв}}=0,1 + (0,6/9) + (1/9) + (0,6/18) =0,31 \%,$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 30ХГСФЛ:

$$C_{\text{экв}}=0,3 + (1/9) + (1/9) =0,52 \%.$$

Для расчета эквивалентного содержания углерода для стали ст3пс5 воспользуемся формулой из ГОСТ 535-2005:

$$C_{\text{экв}}=C+Mn/6, \tag{3.2}$$

$$C_{\text{экв}}=0,20+0,5/6=0,28\%.$$

Сталь 14ХГ2САФД является среднелегированной. Сталь 10ХСНД - низколегированная конструкционная. Эти стали свариваются без ограничений, при толщинах менее 50 мм и температуре окружающего среды выше минус 10°С. Относятся ко II группе свариваемости.

Сталь ст3пс5 конструкционная углеродистая обыкновенного качества, хорошо сваривается в нормальных условиях. Относится к II группе свариваемости.

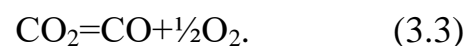
Сталь 30ХГСФЛ легированная для отливок ограничено свариваемая, при сварке требуется предварительный подогрев и последующая термообработка. Относится к III группе свариваемости.

Таким образом, делаем вывод, что применяемые в изготовлении стали удовлетворяют требованиям применимости механизированной сварки в среде защитных газов.

3.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

При механизированной сварке в среде защитных газов плавящемся электродом, состав металла шва определяется составом электродного и основного материала, составом газовой смеси и прохождением металлургических процессов в сварочной ванне.

Направление и интенсивность физико-химических процессов сварочной ванны, в основном определяется температурой сварочной ванны. При сварке в смеси Ar+CO₂ тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO₂ [6]:



При повышении содержания кислорода в смеси, увеличивается время существования в жидком состоянии сварочной ванны, это способствует более полному удалению неметаллических включений и дегазации сварочной ванны.

Аргон длительно защищает довольно протяженную и широкую зону расплавленного и нагретого металла при сварке.

При сварке в смеси Ar+CO₂ плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение CO₂ по реакции [6]:



Окисление металла происходит по реакции [6]:



Но в тоже время большая концентрация окиси углерода будет тормозить этот процесс и задерживать окисление углерода стали [6]:



При сварке в смеси содержащей CO₂, происходит повышение содержания кислорода в сварочной ванне, в результате чего могут образовываться поры в процессе кристаллизации, снижаться механические свойства металла шва в следствие выделения оксида углерода.

Предотвратить образование пор, из-за выделения оксида углерода при сварке углеродистых сталей, можно если металл шва содержит до 0.12-0.14% С и ниже 0.5-0.8% Мп. Металл шва характеризуется низкой склонностью к образованию пор, трещин и высокими механическими свойствами.

Часто при сварке низкоуглеродистых сталей сварные швы без пор указанного выше состава получают при применении кремне марганцовистых электродных проволок, например, Св-08ГСМТ, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Содержащиеся в проволоке кремний и марганец, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле: [6]



Оксиды кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения, которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны. При сварке в углекислом газе количество шлака на поверхности шва составляет примерно от 1 до 1,5 % массы наплавленного металла [6].

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва выполняемого в $\text{Ar} + \text{CO}_2$ проволокой Св-08ГСМТ остается на необходимом уровне.

При сварке в CO_2 имеется высокое разбрызгивание электродного металла по сравнению с другими способами сварки. Капли расплавленного металла прилипают и сплавляются с соплом горелки, токоподводящем мундштуком, свариваемыми деталями. При налипании капель на поверхность мундштука и сопла, может нарушаться равномерная подача электродной проволоки, ухудшаться газовая защита и необходимо очищать эти элементы от брызг.

Добавления аргона способствует значительному снижению разбрызгивания вплоть до 80%, что приводит к переходу от крупнокапельного переноса к струйному. Струйный перенос способствует улучшению сплавления, уменьшает подрезы, увеличивает производительность сварки и позволяет получать более плотные сварные швы.

При увеличении выгорания кремния происходит образование горячих трещин, с уменьшением содержания кремния увеличивается количество

расплавленного металла и уменьшается количество защитного газа на единицу массы переплавленного металла.

Технологию сварки следует выбирать, в зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к сварным соединениям. Технология сварки должна обеспечивать получение достаточной работоспособности при минимальной трудоемкости.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в среде защитных газов должны соответствовать ГОСТ14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

3.3 Расчёт режимов сварки

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки в смеси $Ar + CO_2$ плавящимся электродом следующие[6]:

$d_{эл}$ - диаметр электродной проволоки;

V_c -скорость сварки;

I_c - сварочный ток;

U_c - напряжение сварки;

l_b - вылет электродной проволоки;

$V_{эл}$ - скорость подачи электродной проволоки;

$n_{пр}$ - общее количество проходов;

$g_{зг}$ - расход защитного газа.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления h_p) [4].

Для примера производим расчёт технологического процесса сборки и сварки рамы перекрытия операции 030. Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08ГСМТ, в нижнем положении Тип соединения Т1-Δ15 по ГОСТ

14771-76, сварка многопроходная.

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого, заполняющего и подварочного), мм. [4];

$$d_{\text{эпн}} = K_d \cdot F_{\text{Hi}}^{0,625}. \quad (3.9)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при нижнем положении шва принимаем $F_{\text{HK}} = 20 \text{ мм}^2$ и $F_{\text{HЗ}} = 40 \text{ мм}^2$.

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла;

$$F_{\text{HO}} = K_3 \cdot \frac{K}{\sin 45^\circ} + \frac{K^2}{2} = 07 \cdot \frac{15}{\sin 45^\circ} \cdot 1,2 + \frac{15^2}{2} = 130,2. \quad (3.10)$$

Определим общее количество проходов:

$$n_{\text{HO}} = \frac{F_{\text{HO}} - F_{\text{HK}}}{F_{\text{HЗ}}} + 1 = \frac{130,2 - 20}{40} + 1 = 3,75. \quad (3.11)$$

Примем $n_{\text{HO}} = 4$.

Уточним площадь $F_{\text{HЗ}}$ с учетом количества проходов:

$$F'_{\text{HЗ}} = \frac{F_{\text{HO}} - F_{\text{HK}}}{n_{\text{HO}} - n_{\text{HK}}} = \frac{130,2 - 20}{4 - 1} = 36,7 \text{ мм}^2. \quad (3.12)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{\text{эпк}}$ и заполняющих $d_{\text{эпз}}$, $K_d = 0,149 \dots 0,409$:

$$d_{\text{эпк}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{HK}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 20^{0,625} = (0,969 \dots 2,66) \text{ мм}. \quad (3.13)$$

$$d_{\text{эпз}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{HЗ}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 36,7^{0,625} = (1,19 \dots 3,887) \text{ мм}. \quad (3.14)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки [5]:

$d_{\text{эпк}} = 1,2 \text{ мм}$. и $d_{\text{эпз}} = 1,2 \text{ мм}$.

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего и проходов:

$$V_{\text{ск}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{эпк}}^2 + 50,6 d_{\text{эпк}}^{1,5}}{F_{\text{HK}}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{20} = 3,97 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.15)$$

$$V_{сз} = \frac{8,9 \cdot d_{эпз}^2 + 50,6 d_{эпз}^{1,5}}{F_{нз}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{36,7} = 2,2 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (3.16)$$

Принимаем $V_{СК} = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$, $V_{СЗ} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$.

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{эпк} = \frac{4 \cdot V_{СК} \cdot F_{нз}}{\pi \cdot d_{эпк}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 20}{\pi \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 78,6 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.17)$$

$$V_{эпз} = \frac{4 \cdot V_{СЗ} \cdot F_{нз}}{\pi \cdot d_{эпз}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 36,7}{\pi \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 108,2 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (3.18)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и проходов при сварке на обратной полярности:

$$I_{СК}^+ = d_{эпк} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{эпк} \cdot V_{эпк} + 145150} - 382 \right) = \\ = 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 78,7 + 145150} - 382 \right) = 179 \text{ А}, \quad (3.19)$$

$$I_{СЗ}^+ = d_{эпз} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{эпз} \cdot V_{эпз} + 145150} - 382 \right) = \\ = 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 108,2 + 145150} - 382 \right) = 235 \text{ А}. \quad (3.20)$$

При расчете режимов для смеси газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{см}$, $k_{см} = 1,1 \dots 1,15$ (по данным отработки режимов в лаборатории сварки ООО «Юргинский машзавод»).

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{СК} = 179 \cdot (1,1 \dots 1,15) = 197 \dots 206 \text{ А},$$

$$I_{СЗ} = 235 \cdot (1,1 \dots 1,15) = 259 \dots 270 \text{ А}.$$

Принимаем $I_{СК} = 200 \text{ А}$, $I_{СЗ} = 260 \text{ А}$.

Определим напряжение сварки для корневого, заполняющего и проходов:

$$U_{С} = 14 + 0,05 \cdot I_{С}, \quad (3.21)$$

$$U_{СК} = 14 + 0,05 \cdot 200 = 24 \text{ В},$$

$$U_{сз} = 14 + 0,05 \cdot 260 = 27 \text{ В.}$$

Расход смеси газов Ar + CO₂ для соответствующих проходов:

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} I_{с}^{0,75}, \quad (3.22)$$

$$q_{згк} = 3,3 \cdot 10^{-3} I_{ск}^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} 200^{0,75} = 0,175 \text{ л/мин} = 10,5 \text{ л/ч,}$$

$$q_{згз} = 3,3 \cdot 10^{-3} I_{сз}^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} 260^{0,75} = 0,213 \text{ л/мин} = 12,8 \text{ л/ч.}$$

Для примера производим расчёт технологического процесса сборки и сварки основания. Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08ГСМТ, в нижнем положении Тип соединения У8 по ГОСТ 14771-76, сварка многопроходная.

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого, заполняющего и подварочного), мм. [4];

$$d_{эпi} = K_d \cdot F_{Hi}^{0,625}. \quad (3.9)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при нижнем положении шва принимаем $F_{нк} = 20 \text{ мм}^2$ и $F_{нз} = 40 \text{ мм}^2$.

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла;

$$\begin{aligned} F_n &= Sb + 0,25(S - c)^2 \operatorname{tg} \alpha + 0,75(eg + e_1 g_1) = \\ &= 20 \cdot 1 + 0,25(20 - 2)^2 \operatorname{tg} 40^\circ + 0,75(17 + 15) = 140 \text{ мм}^2. \end{aligned} \quad (3.23)$$

Определим общее количество проходов:

$$n_{но} = \frac{F_{но} - F_{нк}}{F_{нз}} + 1 = \frac{140 - 20}{40} + 1 = 4. \quad (3.11)$$

Примем $n_{но} = 4$.

Уточним площадь $F_{нз}$ с учетом количества проходов:

$$F'_{нз} = \frac{F_{но} - F_{нк}}{n_{но} - n_{нк}} = \frac{140 - 20}{4 - 1} = 40 \text{ мм}^2. \quad (3.12)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого

$d_{\text{ЭПК}}$ и заполняющих $d_{\text{ЭПЗ}}$, $K_d = 0,149 \dots 0,409$:

$$d_{\text{ЭПК}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НК}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 20^{0,625} = (0,969 \dots 2,66) \text{ мм}, \quad (3.13)$$

$$d_{\text{ЭПЗ}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НЗ}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 40^{0,625} = (1,177 \dots 3,231) \text{ мм}. \quad (3.14)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки [5]:

$d_{\text{ЭПК}} = 1,2 \text{ мм}$. и $d_{\text{ЭПЗ}} = 1,2 \text{ мм}$.

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего и проходов:

$$V_{\text{СК}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 + 50,6 d_{\text{ЭПК}}^{1,5}}{F_{\text{НК}}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{20} = 3,97 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.15)$$

$$V_{\text{СЗ}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 + 50,6 d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5}}{F_{\text{НЗ}}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{40} = 2 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (3.16)$$

Принимаем $V_{\text{СК}} = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$, $V_{\text{СЗ}} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$.

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{\text{ЭПК}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СК}} \cdot F_{\text{НК}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 20}{\pi \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 78,6 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.17)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СЗ}} \cdot F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 40}{\pi \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 118 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.18)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и проходов при сварке на обратной полярности:

$$\begin{aligned} I_{\text{СК}}^+ &= d_{\text{ЭПК}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПК}} \cdot V_{\text{ЭПК}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 78,7 + 145150} - 382 \right) = 179 \text{ А}, \end{aligned} \quad (3.19)$$

$$\begin{aligned} I_{\text{СЗ}}^+ &= d_{\text{ЭПЗ}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПЗ}} \cdot V_{\text{ЭПЗ}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 118 + 145150} - 382 \right) = 252 \text{ А}. \end{aligned} \quad (3.20)$$

При расчете режимов для смеси газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$ необходимо вводить

поправочный коэффициент k_{cm} , $k_{cm} = 1,1 \dots 1,15$ (по данным отработки режимов в лаборатории сварки ООО «Юргинский машзавод»).

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{ск} = 179 \cdot (1,1 \dots 1,15) = 197 \dots 206 \text{ А,}$$

$$I_{сз} = 252 \cdot (1,1 \dots 1,15) = 277 \dots 290 \text{ А.}$$

Принимаем $I_{ск} = 200 \text{ А}$, $I_{сз} = 280 \text{ А}$.

Определим напряжение сварки для корневого, заполняющего и проходов:

$$U_C = 14 + 0,05 \cdot I_C, \quad (3.21)$$

$$U_{ск} = 14 + 0,05 \cdot 200 = 24 \text{ В,}$$

$$U_{сз} = 14 + 0,05 \cdot 270 = 28 \text{ В.}$$

Расход смеси газов $Ar + CO_2$ для соответствующих проходов:

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} I_c^{0,75}, \quad (3.22)$$

$$q_{згк} = 3,3 \cdot 10^{-3} I_{ск}^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} 200^{0,75} = 0,175 \text{ л/мин} = 10,5 \text{ л/ч,}$$

$$q_{згз} = 3,3 \cdot 10^{-3} I_{сз}^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} 280^{0,75} = 0,226 \text{ л/мин} = 13,5 \text{ л/ч.}$$

Далее аналогично проводим расчеты и выносим результаты в таблицу 3.7

Таблица 3.7 - Режимы для механизированной сварки основания в Ar + CO₂ [1]

№ шва	Тип шва	Катет шва, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Количество проходов	Расход газа, л/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1	T1	3	1,2	180	23	1	10
2	T1	10	1,2	200...280	25...28	2	11...14
3	T1	15	1,2	200...260	24...27	4	11...13
4	T1	18	1,2	200...270	25...28	5	11...13
5	T3	10	1,2	200...240	25...26	4	11...14
6	T3	12	1,2	200...270	25...28	5	11...12
7	T3	15	1,2	200...260	24...27	4	11...13
8	T3	18	1,2	200...270	25...28	5	11...13
9	У4	15	1,2	200...260	24...27	4	11...13
10	T6		1,2	200...280	24...28	13	11...14
11	У6		1,2	240...250	24...27	9	11...13
13	У8		1,2	200...280	24...28	4	11...14
16	У1		1,2	200...270	24...28	6	11...13
17	У4		1,2	200...270	24...28	6	11...13
18	T1		1,2	200...270	24...28	6	11...13
19	T3		1,2	200...270	24...28	6	11...13
20	Нест.		1,2	200...230	24...26	3	11
21	Нест.		1,2	200...240	24...26	8	11...12
22	Нест.		1,2	200...270	24...28	3	11...13
23	Нест.		1,2	200...250	24...27	7	11...13
24	Нест.		1,2	200...270	24...28	4	11...13
25	Нест.		1,2	200...280	24...28	9	11...14
26	Нест.		1,2	200...280	24...28	5	11...14

Продолжение таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8
27	Нест.		1,2	200...250	24...27	6	11...13
28	Нест.		1,2	200...250	24...27	7	11...13
29	Нест.		1,2	200...230	24...26	3	11...12
30	Нест.		1,2	200...270	24...28	4	11...13
31	Нест.		1,2	200...270	24...28	7	11...13
32	Нест.		1,2	200...210	24...25	4	11
33	Нест.		1,2	200...210	24...25	1	11
34	Нест.		1,2	200...260	24...27	4	11...14
35	Нест.		1,2	200...270	24...28	21	11...13
36	Нест.		1,2	200...230	24...26	5	11...12
37	Нест.		1,2	200...270	24...28	13	11...13
38	Нест.		1,2	200...240	24...26	10	11...12
39	Нест.		1,2	200...260	24...27	9	11...14
40	Нест.		1,2	200...270	24...28	8	11...13
41	Нест.		1,2	200...280	24...28	17	11...13

4 Технологическая часть

4.1 Технологический анализ выбранного производства

Выбор целесообразной формы организации производственного процесса выпуска продукции имеет огромное значение при разработке проекта в производстве изделия.

Принадлежность проектируемого цеха к определенному типу производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, массовое), зависит от видов изделия и повторяемости его изготовления.

Следующие характеристики перечисленных видов производств:

Единичное и мелкосерийное производство характеризуются изготовлением одной или нескольких единиц продукции, большой и неустойчивой номенклатурой изделий, что ограничивает применение стандартизованных технологических решений. Применяется универсальное оборудование, используется общецеховой транспорт, заготовки не закрепляются за оборудованием

Серийное производство характеризует выпуск изделий периодически повторяющимися партиями (сериями) с установленной регулярностью выпуска. Номенклатура выпускаемых изделий достаточно устойчива и ограничена. Используется общецеховой и напольный транспорт.

Крупносерийное производство характеризуется изготовлением крупными периодически повторяющимися партиями на специализированных участках, весьма ограниченной и устойчивой номенклатурой выпускаемых изделий. Применяется универсальное оборудование, простая и комбинированная оснастка. Используется общецеховой и напольный транспорт.

Массовое производство характеризуется постоянным выпуском однородной по назначению и конструкции продукции со строго ограниченной номенклатурой выпускаемых изделий, включающий один тип изделия (реже несколько) в большом количестве. Характерна высокая стандартизация и унификация изделий, имеется

возможность использования высокопроизводительного оборудования (автоматы, механизированные и автоматические поточные линии) с применением специализированного межоперационного транспорта.

Учитывая вышеизложенные характеристики и данные справочной литературы [6], учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет N= 147 штук, а масса основания равна 2020 кг, делаем вывод, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного.

4.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

Технологический процесс сборки и сварки основания начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплекточной карте.

Далее проводят сборку деталей поз. 4 (2шт.), 75 (2шт.)16; 17; 12; 13 по чертежу на сборочно-сварочном приспособлении ФЮРА.000001.81.00.000 СБ, производят прихватку и сварку механизированной сваркой в защитных газах, далее контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке.

Устанавливаются дет. поз. 6 , 5 и 7, далее устанавливается портал передний поз. 1. Затем детали прихватывают в порядке установки, проводится сварка в защитных газах.

После, установка дет. поз. 38 (2шт.); 46 (2шт) и поз. 68 (2шт) и портал задний поз. 18 по чертежу, затем проводится сварка в защитных газах. Контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке.

Далее сб. ед. переносится на манипулятор сварочный, где устанавливаются дет. поз. 19; 20 (4шт); 26; 27; 41 (2 шт.); 51 (2шт.); 52 (4 шт.); 24 (4 шт.); 25 (4 шт.); 47; 48; 28; 29; 30; 35 (2 шт.); 36 (2 шт.); 32 (2); 64 (2 шт.); 73 (2 шт.); детали прихватывают в порядке установки и свариваются механизированной сваркой в защитных газах. Контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке.

Затем устанавливаются детали поз. 49; 50; 69 (2 шт.); 55; 56; 53 (2 шт.); 57 (2 шт.); (2 шт.); 10 (2 шт.); 71 (2 шт.); 72 (2 шт.); 21 (2 шт.); детали прихватывают в

порядке установки и свариваются механизированной сваркой в защитных газах. Контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке.

В конце сб. ед. устанавливается на плиту сборочную, где устанавливаются детали позиции 22; 23; 39 (4 шт.); 14; 15; 60 (2 шт.); 61 (2 шт.); 62 (4 шт.); 33; 34; 63; 59 (2 шт.); 37 (2 шт.); детали прихватывают в порядке установки и свариваются механизированной сваркой в защитных газах.

Зачистку сварных швов от брызг производят на слесарной плите.

Контроль осуществляют на контрольной плите.

Технологичность сварной конструкции

Технологичность сварного изделия – характеризует его соответствие требованиям прогрессивной экономичной технологии изготовления и выпуска изделия, при наименьших затратах материалов, труда, энергии с обеспечением заданных эксплуатационных свойств, высокого качества и небольшой длительности производственного цикла [5].

При проектировании сварных конструкций технологичность необходимо оценивать по всем показателям, которые охватывают заготовительную, обрабатывающую и сборочно-сварочную стадии производства.

Перечень показателей технологичности определяется в зависимости от различных факторов, к которым относятся число и конструктивно-технологическая сложность элементов (заготовок, деталей, узлов), которые используют для изготовления сварного изделия; требование к качеству обработки, к точности сборки под сварку; объём трудоёмких подгоночных операций; унификации, стандартизации и взаимозаменяемость элементов конструкции;

Оценка технологичности

Технологичность по ГОСТ 14.205-83 - Совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Применение сборочных и сборочно-сварочных приспособлений. Позволяет

увеличить производительность производственного процесса путем сокращения затрат рабочего времени на установку и кантовку сварной конструкции.

4.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Технологический процесс – это последовательность взаимосвязанных операций.

В базовом и предлагаемом вариантах технологического процесса работы, связанные с нагрузками, выполняются при помощи крана-мостового и кран-балки.

В исходном варианте сборочные операции проводились на сборочных плитах и манипуляторе. В предлагаемом сборка основания осуществляется на сборочном приспособлении, в котором используются механические прижимы, пневматические цилиндры и упоры, которые помогают обеспечить точность

Одна операция производится на манипуляторе и оставшиеся на сборочных плитах.

Слесарные операции в базовом и предлагаемом варианте выполняют на слесарной плите, контроль - на контрольной плите.

4.4 Техническое нормирование операций

Нормирование труда является неотъемлемой частью организации оперативного планирования и организации оплаты труда. На основе норм затрат труда рассчитывается загрузка оборудования, производственной мощности, каждого рабочего места участка, цеха, предприятия [8].

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [8]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш.к} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_n, \quad (4.1)$$

где $T_{н.ш.к}$ - неполное штучно-калькуляционное время, ч;

L - длина свариваемого шва по чертежу, м;

$t_{вн}$ - вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное $T_{штк}$ определяется по формуле [8]

$$T_{штк} = (T_0 + t_{вн}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обсл} + a_{отл} + a_{п-з}}{100}\right) \quad (4.2)$$

где T_0 - основное время сварки, ч;

$t_{вн}$ - вспомогательное время сварки, зависящее от длины сварочного шва, мин;

$a_{обсл}$; $a_{отл}$; $a_{п-з}$; - соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные нужды, подготовительно-заключительную работу, процент к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газа плавящимся электродом сумма коэффициентов ($a_{обсл} + a_{отл} + a_{п-з}$) составляет 28,8 % [8].

Основное время для механизированной сварки в смеси газа определяется по формуле [8]:

$$T_o = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot \alpha_n} \quad (4.3)$$

где F - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²;

I - сила сварочного тока, А;

γ - плотность наплавленного металла, г/см³; (при сварке сталей составляет 7,8 г/см³);

α_n - коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера определим норму времени согласно операции 030 технологического процесса сборки и сварки основания.

Исходные данные:

а) марки сталей: 14ХГ2САФД и 30ХГСА;

б) марка электродной проволоки: Св-08Г2С;

в) шов №6 ГОСТ 14771-76-Т1-Δ15;

г) длина шва - 136 мм;

д) положение шва нижнее;

е) площадь поперечного сечения наплавленного металла шва $F=81$ мм²;

ж) коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08ГСМТ при механизированной сварке легированных сталей в среде $Ar + CO_2$, $\alpha_n = 15$ г/(А·ч) [8].

- з) из расчёта режима сварки принимаем величину сварочного тока $I=260\text{A}$.

При сварке в среде углекислого газа $K_{шп}=1$. Определяем основное время сварки по формуле [8]:

$$T_o = \frac{130,2 \cdot 7,8 \cdot 60}{260 \cdot 15} = 15,62 \text{ мин} = 0,26 \text{ ч.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (4.2), с учётом того, что $t_{вш}$ согласно картам составляет 0,5 мин.

$$T_{н.ш.к} = (15,62 + 0,5) \cdot \left(1 + \frac{28,8}{100}\right) = 23,86 \text{ мин.} = 0,40 \text{ ч.}$$

Норму штучного времени определяем по формуле (4.1) с учётом того, что $t_{ви}$ согласно картам 78-87 [9] равен 0,78 мин.; $K_{ш} = 1,2$ согласно карте 90, то:

$$T_{ш} = (23,86 \cdot 15,3 + 0,78) \cdot 1,2 = 439 \text{ мин.} = 7,32 \text{ ч.}$$

В предлагаемом технологическом процессе время сборки сокращается за счет использования приспособления ФЮРА 000001.081.00.000 СБ

Проведем расчет норм времени для предлагаемого и базового технологического процесса, результаты сведем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Нормы времени на изготовление основания

№ опер.	Базовый техпроцесс		Предлагаемый техпроцесс	
	Наименование операции	T _{шт.} , мин	Наименование операции	T _{шт.} , мин
1	2	3	4	5
005	Комплектование	Учтено в сб. опер.	Комплектование	Учтено в сб. опер.
010	Сборочная	70,8	Сборочная	70,8
015	Сварка	67,4	Сварка	67,4
020	Контроль	-	Контроль	-
025	Сборочная	223,2	Сборочная	136,6
030	Сварка	1460,2	Сварка	924,3
035	Слесарная	24	Контроль	-
040	Контроль	-	Сборочная	70,6
045	Сборочная	102	Сварка	725,1
050	Сварка	1513,2	Слесарная	-
055	Контроль	-	Контроль	-
060	Сборочная	85,2	Сборочная	102
065	Сварка	1309,2	Сварка	1445,5
070	Контроль	-	Контроль	-
075	Сборочная	80,4	Сборочная	85,2
080	Сварка	894,6	Сварка	1189,2
085	Слесарная	280,8	Контроль	-

090	Контроль	-	Сборочная	80,4
095	Контроль ЦЗЛ	-	Сварка	894,6
100	Мехобработка	По отд. ТП	Слесарная	280,8
105	Сборочная	3,6	Контроль	-
110	Сварка	18	Контроль ЦЗЛ	-
115	Слесарная	2,4	Мехобработка	По отд. ТП
120	Контроль	-	Сборочная	3,6
125			Сварка	18
130			Слесарная	2,4
135			Контроль	-
	Итого	6135	Итого	6096,5

4.5 Выбор технологического оборудования

Пост для механизированной сварки в CO_2+Ar состоит из сварочного полуавтомата, подача газа осуществляется из баллонов.

Параметры режимов сварки, рассчитанные в ходе выпускной работы, дают установить требования к оборудованию для данной сварной конструкции. Для выбора рационального оборудования служат следующие принципы:

- а) техническая возможность использования оборудования
- б) высокая эксплуатационная надежность, простота обслуживания
- в) низкое потребление электроэнергии
- г) наименьшие габаритные размеры оборудования;
- д) высокий КПД;
- ж) минимальный срок окупаемости.

В базовом технологическом процессе применялось оборудование LorchP5500,

целях экономии было решено оставить оборудование, используемое в базовом техпроцессе.

Характеристики сварочного оборудования представлены в таблице 3.2

Таблица 4.2 - Характеристики сварочного оборудования LorchP 5500[9]

Номинальный сварочный ток, А	25-550 (ПВ 100%) 400 (ПВ 60%) 500 (ПВ 30%) 550
Регулировка напряжения	плавная
Сетевое напряжение, В	400
Диаметр св. проволоки, мм	0,6-1,6
Блок подачи	4 ролика
Мощность кВт	8
Габариты, мм	1116x463x812
Вес, кг	107,3
Вес механизма подачи	20,2

4.6 Контроль технологических операций

Важнейшей проблемой в области сварки является обеспечение высокого качества сварки.

Качество сварных соединений определяет эксплуатационную надежность экономичность и технологичность сварного изделия [10].

Дефекты сварных соединений – отклонение от заданных свойств, формы, размеров и сплошности шва, околошовной зоны, что приводит к ухудшению прочностных и эксплуатационных характеристик изделия.

По ГОСТ 30242-97 Дефекты при сварке металлов плавлением образуются вследствие нарушения требований нормативных документов к сварочным

материалам, подготовке, сборке и сварке соединяемых элементов, термической и механической обработке сварных соединений и конструкции в целом.

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

В настоящем стандарте дефекты классифицированы на шесть следующих групп:

- 1) трещины;
- 2) полости, поры;
- 3) твердые включения;
- 4) несплавления и непровары;
- 5) нарушение формы шва (неполномерность швов, неравномерность шва, несимметричность шва, подрезы, наплывы, прожоги и т.д.);
- 6) прочие дефекты, не включенные в вышеперечисленные группы.

Дефекты бывают допустимые и недопустимые. Допустимые дефекты и их размеры указываются в стандартах или технических условиях на данный вид изделия.

Контроль качества сварных швов в готовом изделии проводится визуальным и измерительным контроле (ВИК). Им проверяют геометрические размеры шва, подрезы, трещины, кратеры, наплывы, свищи, поры и т.д. [10].

Сварные соединения осматривают невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер проводят с помощью измерительных инструментов, например, линейки и шаблонов, например, катетометров, УШС и т.п.

Сварочные напряжения и деформации.

Сварка вызывает в изделиях собственные напряжения. Напряжения бывают[11]:

1. В зависимости от причины возникновения:

1.1 тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температур при сварке;

1.2 структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений.

2. В зависимости от времени существования:

2.1 временные - существующие лишь в определённый момент времени;

2.2 остаточные - остаются в изделии после исчезновения причины, их вызвавшей.

3. В зависимости от размеров области:

3.1 напряжения первого рода, которые действуют и уравниваются в крупных объёмах, соизмеримых с размерами изделия или его основных частей;

3.2 напряжения второго рода – уравниваются в микрообъёмах тела в пределах одного или нескольких зёрен металла;

3.3 напряжения третьего рода

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия напряжения и деформации различают:

1. Продольные (вдоль оси шва);

2. Поперечные (поперёк оси шва).

По виду напряжённого состояния:

1. Линейные (действующие в одном направлении);

2. Плоскостные (действующие в двух направлениях);

3. Объёмные (действующие в трёх направлениях).

В зависимости от изменения при сварке форм и размеров детали различают:

1. Деформации в плоскости – проявляются в изменении формы и размеров детали. Они могут быть продольными, поперечными и изгиба;

2. Деформации из плоскости – проявляются в образовании поперечных или продольных волн, изломов и т.д.

Весь комплекс мероприятий по борьбе с деформациями и напряжениями от сварки можно расчленить на две основные группы:

1. Мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений;

2. Мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений [10].

Для предотвращения развития деформаций, обеспечения требуемых форм и точности сварных изделий, проводят различные мероприятия, начиная со стадии проектирования и, заканчивая процессом изготовления сварного изделия:

1. Минимальная протяжённость сварных швов, минимальное сечение швов, удовлетворяющее расчётным условиям, что приводит к уменьшению остаточных деформаций и напряжений;

2. Симметричное расположение швов;

3. Оптимизация последовательности сборочно-сварочных работ;

4. Закрепление изделия в приспособлениях;

5. Прихватка деталей для исключения смещения их при сварке.

Данные меры обеспечат хорошее качество изделия. Применение способов борьбы с деформациями и напряжениями нецелесообразно, так как это приведёт к неоправданному удорожанию изделия. На участке сборки и сварки основания ФЮРА.МКЮ.2У.75.100.081.00.000 СБ используются следующие методы контроля качества: визуальный и измерительный контроль (контроль наличия непроваров, прожогов, трещин), с применением катетометров, шаблонов, луп, осуществляется по РД 03-606-03, а также капиллярный контроль (метод красок) осуществляемый по ГОСТ 18442-80.

4.7 Разработка технической документации

Главное требование к технологии заключается в рациональной последовательности операций и использование необходимых приспособлений и оснастки.

Так же необходимо достичь требования чертежа, точность сборки, облегчение условий труда, обеспечение безопасности труда, наименьшая продолжительность сборки и сварки. Достижение этих требований возможно

использованием подъёмно-транспортных устройств, сборочных и сварочных приспособлений, механизацией и автоматизацией производства[11].

Разработка технологических процессов включает:

- а) разделение изделия на сборочные единицы;
- б) установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- в) выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- а) возможная наименьшая трудоёмкость;
- б) повышение производительности труда;
- в) минимальное требуемое число рабочих;
- г) возможное уменьшение затрат на производство.

5 Конструкторская часть

5.1 Общая характеристика механического оборудования

В настоящее время одной из основных задач, стоящих перед сварочным производством, является автоматизация и механизация производственных процессов изготовления изделий, решение которых повлияет на повышение производительности труда.

При выполнении сборочных операций во время изготовления сварных конструкций, необходимо обеспечить точное взаимное расположение деталей собираемого изделия. Во время сборки рационально использовать упоры и прижимы.

Основными требованиями к сборочно-сварочным приспособлениям:

- а) полный, свободный доступ к деталям, входящим в изделие;
- б) обеспечение минимального числа кантовок изделий;
- в) безопасность во время работы;
- г) прочность и жесткость приспособления.

В проектируемом участке предлагается использовать кран-балку, являясь легким мостовым краном, позволят поднимать и перемещать грузы вдоль пролета. Перемещение производится за счет электродвигателя, управляется с помощью пульта управления. Применение кран-балки позволит обеспечить высокую механизацию транспортных операций.

5.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Важной и наиболее эффективной областью в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация сварочных процессов. Особенностью этого производства является резкая диспропорция

между объемами основных и вспомогательных операций. Сварочные работы по интенсивности труда составляют только 25-30% от общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходится на сборку, транспортировку и разные вспомогательные операции, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, они могут характеризоваться показателем 70-75% всего комплекса цехового оборудования [12].

В данной ВКР в базовом технологическом процессе используются сборочные плиты и кантовали для сборки и сварки основания. В предлагаемом технологическом процессе используется приспособление ФЮРА.000001.081 СБ которое состоит из стола, на которой добавлены упоры под размер изделия, механические и пневматические прижимы, а также валы и распорки приспособления, которые позволяют отказаться от приварки технологических распорок.

5.3 Работа сборочно-сварочных приспособлений

Приспособление ФЮРА.000001.081.00.000СБ предназначено для сборки и сварки основания. Приспособление состоит из основания, четырех пневмоцилиндров и четырех механических прижимов, валов и распорок приспособления. Детали фиксируются пневмоцилиндрами и механическими прижимами. Производят прихватку и сварку установленных деталей, после чего открепляют и отправляют на следующее рабочее место, где производят последующую сборку и сварку изделия.

6 Пространственное расположение производственного процесса

6.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Для рационального размещения в пространстве производственного процесса и основных элементов производства необходимых для этого процесса, требуется разработка плана и разрезов проектируемого цеха [7].

Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции.

Сборочно-сварочные цехи обычно включают следующие помещения и отделения:

1. производственные отделения: все помещения, связанные с металлом, могут содержать участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, сварки, слесарно-механический, штамповочной, очистки металла и т.д.

2. вспомогательные отделения: включают различные склады: цеховой склад металла, промежуточный склад, склад готовой продукции, межоперационные складочные участки и места; кладовые электродов, проволоки, флюсов, баллонов с газами, приспособлений, инструмента, а также мастерские ремонта, изготовления шаблонов и т.п.

3. административно - конторские и бытовые помещения: гардероб, умывальные, уборные, душевые, буфет, комната отдыха, контора цеха, медпункт[7].

Проектируемый в составе завода сборочно-сварочный цех является как потребителем продукции заготовительных обрабатывающих цехов и складов завода, так и поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий. Отсюда следует, что между сборочно-сварочным цехом и другими цехами

и сооружениями имеется производственная связь, необходимая для выполнения производственного процесса заданной продукции по заводу.

При проектировании завода, цехов и отдельных участков необходимо стремиться к прямоточности всех производственных связей между цехами, складами и сооружениями, и к недопущению возвратных перемещений.

6.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха и всех его отделений, участков и вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно удовлетворять всем требованиям процессов, которые подлежат выполнению в каждом из этих отделений.

Требования устанавливаются в соответствии с особенностями данных сварных изделий и соответствующих выбранных способов изготовления; особенностями типа производства и форм его осуществления; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [7].

6.3 Планировка заготовительных отделений

Заготовительные отделения располагают в продольных пролетах сборочно-сварочного цеха. При этом они либо служат продолжением продольных пролетов сборочно-сварочных отделений, либо располагаются параллельно этим пролетам.

Заготовительные отделения для данной компоновки, когда пролеты сборочно-сварочного и заготовительного отделений составляют продолжения один другого, планируют в следующем порядке:

а) из общего количества различных сортов металла, подлежащего обработке в заготовительном отделении, выделяют группы сходных сортаментов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;

б) общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп подлежащих обработке сортаментов металла;

в) количество групп станочного оборудования, полученное на основе описанных выше данных, размещают в пролетах заготовительного отделения, число которых равно установленному ранее числу пролетов сборочно-сварочного отделения [7].

В случае если при планировке заготовительного отделения требуемое число пролетов получается меньше установленного количества пролетов для сборочно-сварочного цеха, площадь не занятых заготовительным отделением используется для вспомогательных производств [7].

6.4 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки очень важно определить требуемое количество пролетов и их размеров – длины, ширины высоты. Данные параметры, принимаются приближенно и требуют уточнения во время подробной разработки технологического плана, учитывая рекомендуемые размеры пролетов по нормам технологического проектирования.

Уточнением данных параметров плана отделений сборки и сварки, во время детального проектирования, служит последовательное размещение расчетного количества оборудования, приспособлений, и других рабочих мест. При этом необходимо достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств и обеспечить прямоточность производства.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки, и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое

число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха [7].

После завершения расчетов и расстановки, исходя из указанных выше соображения рационального взаимного расположения продольных пролетов приступают к нанесению на бумагу в принятом масштабе сетки колонн проектируемого цеха и к размещению в его пролетах оборудования и рабочих мест.

Планировку элементов производства в каждом пролете сборочно-сварочных отделений выполняют сообразно с последовательностью работ, указанной в ранее разработанной карте технологического процесса.

Одновременно с вычерчиванием габаритов рабочих мест в проходах, вокруг последних указывают также размещение рабочих

6.5 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании вблизи цеха должны быть предусмотрены административно-конторские и бытовые помещения.

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий». Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка сборки и сварки балки левой крана представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Планировка административно-конторских и бытовых помещений

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			Полезная	Общая
1	2	3	4	5
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	-	4x3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35x0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43x15
Уборные	Кабина 1,2x0,9 м Шлюз (тамбур)	При максим. явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08 -	3,06x8 6,8
Душевые	Кабина 0,9x0,9 м	Одна кабина на каждые 10 явочных рабочих	0,81	1,62x2
	Место для переодевания 0,7x0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1x6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	-	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м ² /чел. По явочному составу	-	1x8

Все бытовые и административно-конторские помещения цеха часто размещают в особой пристройке к основной производственной части здания цеха. Местоположение и общую компоновку этой пристройки с остальной частью здания цеха выбирают таким образом, чтобы при увеличении масштабов производства бытовые помещения не могли служить препятствием для расширения

производственной части здания.

В целях сокращения пути, который должен проходить рабочий, гардеробные следует располагать возможно ближе к входам в цех. В непосредственной близости от них должны быть расположены уборные, умывальные и душевые.

В целях осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи рекомендуется располагать на большом расстоянии от уборных [13].

7 Организационная часть

7.1 Выбор и обоснование прогрессивных форм организации производства

Организация труда – это система мероприятий по объединению, согласованию, упорядочению, приведению в стройную систему деятельности людей во взаимодействии друг с другом и используемыми в процессе труда техническими средствами, направленная на повышение производительности труда.

К основным составляющим организации труда относятся [11]:

- а) разделение и кооперация труда;
- б) организация рабочих мест, их оснащение и планировка;
- в) организация обслуживания рабочих мест;
- г) методы и приемы труда;
- д) нормирование труда;
- е) условия труда;
- ж) дисциплина труда.

Научная организация труда (НОТ) является составной частью организации производства на предприятиях любой формы собственности. Под научной организацией труда понимается ряд мероприятий, направленных на целесообразное использование труда работников для достижения высокой производительности труда, такая организация, при которой практическому внедрению конкретных мероприятий предшествует научный анализ трудовых процессов и условий их выполнения, а решение практических вопросов организации труда опирается на все достижения науки и практики на современном этапе, обеспечивающих наиболее рациональную и эффективную организацию трудовых процессов.

Научная организация труда на производстве решает задачи, которые можно подразделить на экономическую, психофизиологическую и социальную.

Экономические задачи НОТ направлены на достижение высокого уровня производительности труда за счет обеспечения использования современного оборудования и технологии производства, внедрение целесообразных форм деления труда, сокращение затрат труда на производство продукции,

Психофизиологические задачи НОТ состоят в обеспечении благоприятных условий для нормального функционирования и воспроизводства рабочей силы, для сохранения здоровья и работоспособности работающих.

Социальная задача НОТ заключается в создании условий для всемерного повышения степени содержательности и привлекательности труда.

В решении этих задач большое значение отводится делению труда и расстановке рабочей силы на производстве, научно обоснованной организации труда на рабочих местах [11].

7.2 Меры по совершенствованию организации труда и управлению производственным процессом

Организация труда (ОТ) – это комплекс мероприятий, направленных на повышение производительности труда рабочих. Организация труда – это процесс внесения в существующую организацию труда новейших усовершенствований, повышающих производительность труда. Совершенствование научной организации труда должно развиваться по следующим направлениям: разработка рациональных форм деления труда, подготовка и повышение квалификации кадров, рациональная организация трудового процесса, обеспечение благополучных условий труда, внедрение рациональных режимов труда, соблюдение трудовой дисциплины [11].

Совершенствование работы по НОТ на современном этапе характеризуется проведением комплексных исследований с привлечением научных дисциплин – экономики, социологии, технической эстетики, гигиены труда. Внедрение научной организации труда на предприятии позволяет решить следующие задачи:

обеспечение полного использования современного оборудования, техники и технологии производства, внедрение целесообразных форм разделения труда, сокращение затрат труда на производство продукции, повышение уровня материального благосостояния трудящихся, регулярное повышение производительности труда и качества выпускаемой продукции.

В решении этих задач большое значение отводится целесообразному разделению труда и расстановке рабочей силы на производстве, научно обоснованной организации труда на рабочих местах [11].

Основными мерами по совершенствованию организации труда являются: подготовка и повышение квалификации кадров, внедрение рациональных форм разделения труда, рациональная организация трудового процесса; обеспечение благоприятных условий труда; совершенствование нормирования труда.

Различают три основные формы разделения труда: функциональную, технологическую и квалификационную.

Функциональное разделение труда предлагает подразделение всех работников предприятия на отдельные группы, в зависимости от выполняемых ими функций на производстве. Задача функционального разделения труда состоит в том, чтобы выбрать такой вариант распределения работ между исполнителями, который обеспечивал бы высокую производительность труда, хорошее качество изделий, рациональное использование оборудования и производственных площадей [11].

В сварочном производстве необходимо максимально освобождать сварщиков от выполнения вспомогательных и обслуживающих операций.

Обслуживание рабочего места сварщика должно быть построено таким образом, чтобы он своевременно получал производственное задание и необходимую техническую документацию. Сварочные материалы, инструменты и приспособления должны доставляться на рабочее место сварщика вспомогательными рабочими. Сборка изделий под сварку, как правило, производится слесарями-сборщиками. Зачистку кромок перед сваркой, а также

зачистку швов от шлака и брызг металла поручают, как правило, подсобным рабочим.

Технологическое разделение труда состоит в разбивке всего производственного процесса на технологически однородные операции. Отсюда деление рабочих по профилям. Каждой профессии соответствует чётко ограниченный круг работ. Так, например, профессия сварщика подразделяется на специализации электросварщика ручной дуговой сварки, газосварщика, электросварщика на автоматических машинах, электросварщика на полуавтоматических машинах, сварщика на машинах контактной сварки и т.д.

Квалификационное разделение труда состоит в том, что в зависимости от сложности выполняемой работы все работы и профессии рабочих различаются по квалификационным разрядам. Такое разделение труда производится с учётом производственных навыков рабочих, опыта в работе, владения теоретическими знаниями общего уровня образования необходимого для выполнения определённого круга работ.

Разделение работ по квалификации рабочих позволяет освободить рабочего высокой квалификации от работ, выполнение которых требует простого труда. Выполнение рабочим операции, требующей более высокой квалификации, может привести к снижению производительности труда появлению брака в работе.

С разделением труда связана расстановка рабочих на производстве. При этом возможна такая расстановка, при которой работа может выполняться индивидуально и коллективно.

При индивидуальной организации труда на каждом рабочем месте работает один рабочий. Для неё характерно закрепление за рабочим местом одинаковых или близких по сложности операций.

При коллективной организации труда применяют такие формы, как бригадная работа, совмещение профессий, многостаночное оборудование.

Внедрение научной организации труда на рабочих местах сварочных участков должно обеспечить необходимые условия для эффективной и

качественной работы сварщиков с минимальными затратами сил и рабочего времени. Повышение производительности труда и качества сборки и сварки может быть достигнуто в результате осуществления технических (оснащение рабочих мест современным оборудованием и сборочно-сварочными приспособлениями) и организационных (совершенствование организации рабочих мест с учётом эргономических факторов – выбора оптимальной рабочей зоны, уменьшение нагрузок на двигательную-мышечную систему сварщика и т.д.) мероприятий. Они позволяют также уменьшить утомляемость сварщика, сохранять высокую работоспособность в течение всей смены.

Большое значение для организации труда сварщиков имеет современная организационная и технологическая оснастка, которая служит для обеспечения высокого качества работ, наиболее удобных условий работы, хранения и размещения на рабочем месте приспособлений, инструмента, свариваемых деталей и сборочных единиц; сварочных материалов, технической документации и т.п.

Организация труда на рабочем месте в большой степени зависит от его планировки. Правильно запланировать рабочее место – значит рационально расположить оборудование, приспособления, инструмент, свариваемые детали и сборочные единицы, сварочные материалы, наиболее экономно использовать производственную площадь. На рабочих местах должны быть обеспечены нормальные санитарно-гигиенические и эстетические условия труда работающих. Сюда входит надлежащее освещение рабочих мест, поддержание нормальной температуры воздуха, хорошая вентиляция помещения, сокращение производственного шума и вибраций, цветовое оформление стен и оборудования, чистота и порядок на рабочем месте, применение соответствующие спецодежды и т.д.

Мероприятия по улучшению технологического процесса:

1. Рациональный выбор сварочного оборудования.
2. Повышение уровня механизации за счет сборочно-сварочного приспособления ФЮРА.000001.081.00.000 СБ.

7.2.1 Аттестация сварщиков

Сварщики подлежат аттестации на право выполнения сварочных и наплавочных работ конкретными видами (способами) сварки плавлением, осуществляемыми вручную, механизированными (полуавтоматическими) и автоматизированными методами при работах на объектах, подконтрольных Госгортехнадзору России.

Настоящие Правила могут быть применены при аттестации сварщиков, выполняющих сварочные и наплавочные работы другими видами (способами) сварки, на которые аттестационными органами разработаны методические документы по аттестации, например, по контактной сварке, восстановительной и усиливающей наплавке, пайке металлов, сварке неметаллических материалов и др.

После аттестации сварщику присваивается I уровень профессиональной подготовки (аттестованный сварщик).

Аттестация сварщиков подразделяется на первичную, дополнительную, периодическую и внеочередную.

Первичную аттестацию проходят сварщики, не имевшие ранее допуска к сварке и/или наплавке (далее по тексту - сварке) соединений оборудования, конструкций и трубопроводов, подконтрольных Госгортехнадзору России.

Для сварщиков, аттестованных по «Правилам аттестации сварщиков», утвержденных Госгортехнадзором России 16 марта 1993 г., первичной считается первая аттестация в соответствии с требованиями настоящих Правил, которую они проходят по завершении срока действия аттестационного удостоверения старого образца.

7.2.2 Аттестация оборудования

Практические испытания заключаются в оценке показателей сварочных свойств сварочного оборудования по ГОСТ в соответствии со способом сварки и

типом оборудования. Сварка выполняется на контрольных сварных соединениях (КСС), соответствующих заявленной области аттестации.

Испытания проводят по программе, включающей карты технологических процессов сварки КСС. Программа разрабатывается АЦ с учетом требований нормативных документов, регламентирующих процессы сварки при изготовлении, реконструкции, монтаже и ремонте технических устройств для опасных производственных объектов и технологических особенностей выполнения сборочно-сварочных операций. При сварке контрольного сварного соединения (наплавки) должны выполняться все требования карты технологического процесса. Содержание карт определяется требованиями Технологического регламента проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (РД 03-495-02).

Количество, размеры, тип сварных швов и другие параметры КСС определяются при составлении программы испытаний, исходя из требований нормативных документов и заявленных условий аттестации. При отсутствии в нормативных документах критериев для определения однотипности сварных соединений и области распространения аттестации, допускается применение соответствующих положений Технологического регламента проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (РД 03-495-02) для определения данных критериев.

Сварка КСС производится на аттестуемом сварочном оборудовании двумя сварщиками не ниже 5 разряда, аттестованным по Правилам аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства. Аттестация сварщика должна соответствовать заявленной области аттестации сварочного оборудования. Свариваемые и присадочные (или наплавочные) материалы должны иметь сертификат соответствия и/или сертификат завода - изготовителя сварочных материалов. Перед их применением должен быть выполнен соответствующий входной контроль с оформлением его результатов.

7.2.3 Аттестация сварочных материалов

Сварочные работы при практических испытаниях выполняют сварщики, аттестованные в соответствии с требованиями «Правил аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства Госгортехнадзора России» с квалификацией не ниже 5 разряда.

Для выполнения контрольных сварных швов и наплавки следует использовать аттестованное сварочное оборудование, снабженное измерительными приборами, и поверенные приборы для измерения температуры предварительного и сопутствующего подогрева при сварке.

При практических испытаниях проверяют сварочно-технологические свойства СМ и контролируют следующие параметры,

При испытаниях сварочно-технологических свойств СМ сварку выполняют в пространственных положениях, предусмотренных программой испытания, в соответствии с заявкой заказчика. Используют контрольные образцы с формой разделки, предусмотренной НД для производственных соединений.

Род тока проверяют при горении дуги от источников питания АС/ДС в диапазонах режимов, указанных в паспорте СМ. Удовлетворительным, признается СМ, обеспечивающий стабильность горения дуги на длине шва не менее 150 мм.

Выставление экспертных оценок в баллах от 1 до 5 производится членами аттестационной комиссии в количестве не менее 3 чел. Затем определяется средний балл по каждому показателю сварочных свойств СМ.

8 Социальная ответственность

8.1 Характеристика объекта исследования

На участке производится изготовление основания механизированной крепи. При изготовлении основания выполняются следующие операции: сборка, сварка механизированная в смеси газа Ar + CO₂, слесарные операции.

При изготовлении основания на участке используется оборудование:

- | | |
|-------------------------------------|------|
| а) полуавтомат LorchP5500 | 6шт. |
| б) приспособления ФЮРА.000001.081СБ | 2шт. |
| в) манипулятор сварочный МС-302 | шт. |
| г) плита сборочная | 2шт. |

Перемещение изделия производится краном мостовым и кран-балкой.

Участок находится в цехе, имеет одну капитальную стену, с другой стороны расположен проход шириной 2м для перемещения рабочих. Оконные проемы в количестве 4шт. Стены из железобетонных блоков, окрашены в бежевый цвет.

Завоз деталей и вывоз готовой продукции производится через ворота в количестве 2шт. автомобильным транспортом, также имеется железнодорожные пути, давая возможность вывоза и ввоз грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через 2 двери.

В целях пожарной безопасности цех оснащен запасным выходом и системой пожарной сигнализации. Все работы выполняются на участке площадью S=187,5м².

8.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на данном участке

При выполнении сварочных работ на работников воздействуют вредные и опасные производственные факторы:

- а) запыленность и загазованность воздуха;
- б) ультрафиолетовое излучение дуги;
- в) инфракрасное излучение от сварочной ванны;
- г) производственный шум;
- д) статическая нагрузка на руку;
- е) электрический ток;

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей среды.

При изготовлении основания в качестве основного материала используют следующие марки стали: 14ХГ2САФД, 10ХСНД. Сварка производится в смеси Ar (82%)+CO₂ (18%) сварочной проволокой Св-08ГСМТ.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 %, а также СО₂ до 0,5÷0,6%; СО до 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³; оксидовжелеза 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02 г/кг расходуемого материала.

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания меньше 0,1м/с [13].

Так же источником вредных веществ выступает краска или покрытие на кромках свариваемых деталей. Для минимизации выделения вредных веществ поверхности свариваемых изделий должны быть тщательно зачищены по ширине не менее 20мм от места сварки.

Автотранспорт использующийся для перевозки грузов, также выступает источником загрязнения, выбрасывая в атмосферу цеха вредные для здоровья вещества: свинец, угарный газ, бензапирен, летучие углеводороды.

2. Ультрафиолетовое излучение дуги и инфракрасное излучение сварочной ванны.

Горение сварочной дуги сопровождается видимым ослепительным излучением световых лучей, яркость которых превышает физиологическую переносимую дозу, невидимых ультрафиолетовый и инфракрасных лучей.

Ультрафиолетовое излучение может вызвать электроофтальмию.

Инфракрасные лучи обладает тепловым эффектом, который воздействует на рабочих находящихся вблизи расплавленного или нагретого металла и горячих поверхностей, интенсивность излучения зависит от мощности дуги.

3. Производственный шум

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- а) полуавтоматы Lorch P5500;
- б) двигатель манипулятора;
- в) вентиляция;
- г) сварочная дуга;
- д) слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310 - 77, шабер,

машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364 – 80.

Ещё шум возникает при кантовке и переноске изделия при помощи подъемно-транспортных устройств (кран мостовой и кран-балка) и при подгонке деталей по месту при помощи кувалды и молотка.

Шум отрицательно влияет на работника: замедляет скорость реакции, ослабляет внимание, увеличивает расход энергии, при долгих воздействиях приводит к снижению слуха [14].

4. Статическая нагрузка на руку

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в следствии чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энерготратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [14].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках сварочную горелку (весом от 3 до 6 кг) при проведение сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п.

5. Электрический ток

Действие электрического тока на организм носит разносторонний характер и оказывает термическое, электролитическое, биологическое воздействие на различные системы организма. Виды действия на организм: электротравмы и

электроудары. На проектируемом участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

8.3 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

1.Электробезопасность

Мероприятия по защите от электротравматизма должны обеспечивать: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; пониженное напряжение; заземление и зануление электроустановок; автоматическое отключение; индивидуальную защиту и др.

Недоступность токоведущих частей электроустановок обеспечивается ограждением от случайного прикосновения, изоляцией токоведущих частей.

Пониженное напряжение до 36 В применяют для электросварочных работ.

Также мероприятием по защите от электротравматизма является защитное заземление. Защитное заземление - это преднамеренное соединение с землёй или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей электрического и технологического оборудования, которые могут оказаться под напряжением.

2.Мероприятия по борьбе с шумом

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты от шума рекомендуется использовать противошумные наушники.

3. Защита от сварочных излучений

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока.

Маска из фибра защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда - костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания, такие как респираторы, должны защищать органы дыхания от пылевых аэрозолей с помощью фильтра.

Для защиты глаз рабочего от пыли, возможных повреждений применяют защитные очки ЗПР.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика типа НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

8.4 Обеспечение требуемого освещения на участке

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов и проездов.

Освещение не должно давать резких теней и бликов, оказывающих ослепляющее действие. Требуемый уровень освещения определяется степенью зрительных работ.

В дневное время можно пользоваться естественным освещением, но чаще всего при учёте того, что производственные помещения имеют большие площади, применяют комбинированное освещение, то есть, как естественное, так и искусственное.

Естественное освещение можно осуществлять через световые проёмы – окна и световые фонари.

Хорошее искусственное освещение производственного помещения и

рабочих мест зависит от правильного выбора мест расположения светильников, его типа и мощности ламп.

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Рассчитаем требуемое количество светильников.

Световой поток светильников определяем по формуле [14]:

$$\varphi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (8.1)$$

где E – заданная минимальная освещённость, Лк;

K_3 – коэффициент запаса; $K_3 = 1,8$;

S – освещаемая площадь, $S = 187,5 \text{ м}^2$;

Z – коэффициент минимальной освещённости; $Z = 1,2$;

η – коэффициент использования светового потока; $\eta = 48$.

Для светильников типа ОД с лампой ДРЛ-750, $\varphi = 33000 \text{ Лм}$.

Выразим величину N (количество светильников) из формулы (8.1):

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\varphi \cdot \eta}, \quad (8.2)$$

Тогда:

$$N = \frac{500 \cdot 1,8 \cdot 187,5 \cdot 1,2}{33000 \cdot 0,48} = 2,94 \text{ шт.}$$

Увеличиваем количество светильников до $N = 3$ шт.

8.5 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата участка. Вентиляция и кондиционирование

В реальной обстановке в цехе 14 ООО «Юргинский машиностроительный завод» фиксировалась температура воздуха от $T = +7 \div +10^\circ\text{C}$ до $T = +25 \div +35^\circ\text{C}$, относительная влажность $\varphi = 60-70 \%$, скорость движения воздуха на рабочем

месте $V = 0,4 - 2 \text{ м / с}$.

На участке сборки и сварки изготовления ковша Т480 применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть $0,2 \div 0,5$ метров в секунду.

Определим необходимый объём воздуха L , удаляемый от местных отсосов по формуле [15]:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \quad (8.3)$$

где F – суммарная площадь рабочих проёмов и неплотностей, м^2 ;

V – скорость всасывания воздуха на рабочем участке, м/с ;

$V = 0,5 \text{ м/с}$.

$$L = 3600 \cdot 0,04 \cdot 0,5 = 72 \text{ м}^2 / \text{с}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 72 \text{ м}^2 / \text{с}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK – 2100SP с двигателем типа АИР 80В2У3, мощностью 2,2 кВт.

8.6 Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве

В психологической оценке труда важное значение уделяется тяжести и напряжённости работ. В целях обеспечения условий, способствующих максимальной производительности труда, нужно учитывать психологические особенности производственных рабочих. Разрабатывать и внедрять мероприятия по созданию благоприятного психологического микроклимата в коллективе, высокой заинтересованности в труде и его результатах, так как при работе на участке рабочие испытывают нервно-психические перегрузки: умственное и физическое перенапряжение,

эмоциональные перегрузки, монотонность труда и т.д.[15].

8.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

Для защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, предприятие создаёт и содержит в готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Самой распространённой из ЧС является пожар. Пожарная безопасность объекта - состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара, воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей. Пожарная безопасность зависит от параметров состояния внешней среды (давления, температуры, влажности воздуха и т. д.) и должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в т. ч. организационно- технологическими мероприятиями [16].

Производственные помещения, в которых осуществляется сварка, должны соответствовать требованиям СНиП П-2-80, СНиП П-89-80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП П-92-76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83:

- а) огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных

материалов и оборудования под напряжением - 2 шт;

- б) песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением
- в) кран внутреннего пожарного водопровода - 1 шт;
- г) огнетушитель углекислотный ОУ-8 - 2 шт.

8.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

1. Охрана воздушного бассейна

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого используют масляные фильтры. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. Эффективность фильтров данного типа составляет 95 ÷ 98 п%.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % вредных веществ [13].

2. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные [13].

3. Охрана почв и утилизация промышленных отходов

На участке сборки и сварки основания основными отходами являются отходы твердых материалов. Это материалы, применяемые для изготовления изделия, полностью или частично утратившие свои первоначальные качества. В данном случае: окалина, шлаки, обрезки проволоки, применяемой для сварки и т.д. [13].

9.1 Сравнительный экономический анализ вариантов

Экономическая часть предназначена для экономической оценки производственного процесса.

Разработка технологического процесса изготовления основания МКЮ.2У.75.08 допускает различные варианты решения.

Существует базовый вариант изготовления основания, который используется на ООО «Юргинский машзавод».

При замене базового варианта технологического процесса сборки и сварки на новый, необходимо обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат – обобщающий показатель. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [17]:

$$Z_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \cdot K, \quad (9.1)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб/изд;

$E_{\text{н}}$ - норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

K - капиталовложения, руб/ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно-сварочные приспособление.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов. Нормы штучного времени базового и предлагаемого

технологических процессов изготовления основания приведены в таблицах 4.1 и 4.2.

9.1.1 Расчет необходимого количества производственного оборудования

Необходимое количество оборудования определяем по формуле [15]:

$$C_p = N_r \cdot T_{ш} / F_d, \quad (9.2)$$

где N_r —годовая программа выпуска изделия, $N_r=147$ шт.;

$T_{ш}$ —норма штучного времени на изготовления изделия, ч.;

F_d —действительный годовой фонд работы оборудования, ч.;

$F_d=3760$ ч [11].

Определяем необходимое количество производственного оборудования. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [15]

$$K_z = C_p / C_n \cdot 100\%, \quad (9.3)$$

где C_p - расчетное количество оборудования, шт.;

C_n - принятое количество оборудования, шт.

Определим требуемое количество сварочного оборудования:

$$C_p = \frac{147 \cdot 526,4}{3760 \cdot 60} = 3,4.$$

Для обеспечения каждого рабочего места сварочным оборудованием, принимаем количество оборудования равное $C_p=6$

Далее определим коэффициент загрузки

$$K_z = 3,4 / 6 \cdot 100\% = 56,6\%.$$

Аналогично определяем необходимое количество остального оборудования для базового и предлагаемого вариантов технологического процессов изготовления изделия и результаты расчетов сводим в таблицу 9.1.

Таблица 9.1 - Количество оснастки и оборудования необходимого для изготовления изделия и коэффициент их загрузки

Номер операции	Наименование	T _ш , мин	C _р , шт	C _п , шт	K _{зо}
Базовый технологический процесс					
010-040	Плита сборочная	1845,6	1,2	2	60
045-055	Манипулятор сварочный	1615,2	1,1	2	53
060-055	Плита сборочная	2674,2	3,20	2	87
Предлагаемый технологический процесс					
010-055	Приспособление ФЮ РА.000001.81.00.000 СБ	1994,8	1,3	2	65
060-070	Манипулятор сварочный	1556,5	2,61	2	50
075-135	Плита сборочная	2554,2	2,29	2	83

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 9.2.

Таблица 9.2 - Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	C _п , шт	K _{зо}
Базовый	6	56,6
Предлагаемый	6	56,6

9.1.2 Расчет численности производственных рабочих

Состав, рабочих в сборочно-сварочном цехе, подразделяется на группы:

- а) основные производственные рабочие;
- б) вспомогательные рабочие;
- в) инженерно-технические работники (ИТР);
- г) младший обслуживающий персонал (МОП).

Общее, требуемое для участка списочное и явочное количество

производственных рабочих, определяется по формулам:

$$K_3 = \frac{T_{ш} \cdot N_z}{F_{\partial}} = \frac{102,28 \cdot 147}{1740} = 8,64, \quad (9.4)$$

$$K_3 = \frac{T_{ш} \cdot N_z}{F_n} = \frac{102,28 \cdot 147}{1981} = 7,58, \quad (9.5)$$

где F_n —номинальный фонд времени рабочих, $F_n=1981$ ч. [7];

F_{∂} —действительный фонд времени рабочих, $F_{\partial}=1740$ ч. [7];

$P_{яв}$ и $P_{сп}$ —расчетные значения соответственно явочного и списочного состава производственных рабочих, результаты заносим в таблицу 9.3.:

Остальные категории работников рассчитываем в процентном соотношении от списочного количества рабочих:

- а) вспомогательные рабочие -25% от количества основных рабочих[7];
- б) ИТР - 8% от суммы основных и вспомогательных рабочих [6];
- в) младший обслуживающий персонал (МОП) - 2% от суммы основных и вспомогательных рабочих [7];
- г) контролеры качества продукции - 1% от суммы основных и вспомогательных рабочих [7].

Таблица 9.3 - Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
Трудоемкость $T_{ш}$, мин.	6136,8	6096,5
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$, чел.	8,64/9	8,59/9
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	7,59/8	7,55/8
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	2	2
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,88/1	0,88/1
Расчетная/принятая численность МОП, чел.	0,4/1	0,4/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,11/1	0,11/1

Определяем коэффициент сменности по формуле [7]:

$$k_p = P_{яв} / P_{яв1} \quad (9.6)$$

где k_p - коэффициент сменности,

$P_{яв1}$ - число рабочих в первую смену, чел.

Для базового и предлагаемого технологических процессов:

$$k_p = 8/4 = 2.$$

9.1.3 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [13]:

$$K_o = C_o \cdot (1 + \sigma_m) \cdot C_{п}, \text{ руб./ед.год}, \quad (9.7)$$

где C_o – оптовая цена единицы оборудования, руб./ед.

σ_m – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и транспортно-заготовительные расходы. Принимаем $\sigma_m = 0,10$;

$C_{п}$ – принятое количество оборудования.

Для базового варианта $C_{п} = 6$ ед.

Для предлагаемого $C_{п} = 6$ ед.

$N_{Г}$ - годовая программа производства изделий, $N_{Г} = 147$ шт.

Цены на оборудование сводятся в таблицу 9.4 и 9.5.

Таблица 9.4 - Оптовые цены на сварочное оборудование

Наименование оборудования	Ц _о , руб
Базовый технологический процесс	
Lorch P 5500 бшт	310688
Предлагаемый технологический процесс	
Lorch P 55006 шт	310688

Таблица 9.5 - Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К _о , руб/ед. год
Базовый технологический процесс		
Lorch P 5500	бшт	2050540,8
Предлагаемый технологический процесс		
Lorch P 5500	бшт	2050540,8

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [17]:

$$K_{\text{пр}} = C_{\text{пр}} \cdot C_{\text{п}}, \quad (9.8)$$

где $C_{\text{пр}}$ - цена единицы приспособления, руб. Берется с учетом поправочного коэффициента.

$C_{\text{п}}$ - принятое количество приспособлений, занятое выполнением, соответствующей операции.

Капитальные вложения в приспособления указаны в таблице 9.6.

Таблица 9.6- Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	C _{пр} , Руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		C _п , шт	K _{пр} ,руб/е д.год	C _п , шт	K _{пр} ,руб/е д.год
Приспособление сварочноеФЮРА.000001.81.00.	30355	-	-	2	60710
Манипулятор сварочный	340000	2	680000	2	680000
Плита сварочная	184500	4	738000	2	369000
ИТОГО			1418000		1109710

9.1.4 Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Удельные капитальные вложения в здание определяется по формуле [17]:

$$K = S_{\text{О}} \cdot h \cdot k_{\text{В}} \cdot \text{Ц}_{\text{зд}}, \text{ руб.}, \quad (9.9)$$

где $S_{\text{О}}$ - площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед.

Для базового техпроцесса: $S=200\text{м}^2$,

Для предлагаемого техпроцесса: $S=187\text{м}^2$,

h - высота производственного здания, м, $h = 12$ м [17];

$k_{\text{В}}$ - 1,75...3,00 - коэффициент, учитывающий вспомогательную площадь проходов, проездов и хранения деталей (меньшие значения относятся к крупногабаритным изделиям);

$\text{Ц}_{\text{зд}}$ - стоимость 1м³ здания на 01.01.2017 для цеха № 14 составляет, $\text{Ц}_{\text{зд}}=94$ руб/м³.

Определяем удельные капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 9.7.

Таблица 9.7 - Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{\text{здо}}$, руб./ед.год.
Базовый технологический процесс	
Lorch P 5500	451200
Предлагаемый технологический процесс	
Lorch P 5500	421872

9.1.5 Определение затрат на основной материал

Затраты на основной материал определяем по формуле [17]:

$$C_{\text{М}} = m_{\text{М}} \cdot k_{\text{Т.-З.}} \cdot \text{Ц}_{\text{М}}, \text{ руб./изд.}, \quad (9.10)$$

где $m_{\text{М}}$ - расход материала на одно изделие,

$\text{Ц}_{\text{М}}$ - средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 30ХГСФЛ на 01.01.2017 руб./кг.;

$k_{\text{Т.-З.}}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при

приобретении материалов $k_{г.-з}=1,04$ [7];

Для стали 14ХГ2САФДЦ_м = 40.63 руб./кг, при $m_m = 1810 \cdot 1,3 = 2353$ кг.

Для стали 30ХГСФЛЦ_м = 32.84 руб./кг, при $m_m = 119 \cdot 1,3 = 154,7$ кг.

Для стали 10ХСНДЦ_м = 56,70 руб./кг, при $m_m = 81 \cdot 1,3 = 105,3$ кг.

$C_m = [(2353 \cdot 40,63) + (154,7 \cdot 32,84) + (105,3 \cdot 56,70)] \cdot 1,04 = 110901,68$ руб./изд.

9.1.6 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [17]:

$$C_{п.с.} = g_{п.с.} \cdot k_{р.п.с.} \cdot Ц_{п.с.}, \text{ руб./изд.} \quad (9.11)$$

где $g_{п.с.}$ - масса наплавленного металла электродной проволоки для базового техпроцесса, для Св-08Г2С $g_{п.с.} = 86,6$ кг, для Св-08ГСМТ $g_{п.с.} = 80,54$ кг;

для предлагаемого техпроцесса Св-08Г2С $g_{п.с.} = 86,32$ кг, Св-08ГСМТ $g_{п.с.} = 80,4$ кг;

$k_{р.п.с.}$ - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [17], $k_{р.п.с.} = 1,02$ (1,6);

$Ц_{п.с.} = 116,53$ руб./кг – стоимость сварочной проволоки Св-08ГСМТ руб./кг по данным ООО «Юргинский машзавод» на 01.01.2017.

$Ц_{п.с.} = 77,44$ руб./кг – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С руб./кг по данным ООО «Юргинский машзавод» на 01.01.2017.

Для базового техпроцесса:

$$C_{п.с.} = 80,54 \cdot 1,02 \cdot 116,53 = 9573,1 \text{ руб.}$$

$$C_{п.с.} = 86,6 \cdot 1,02 \cdot 77,44 = 6840,43 \text{ руб.}$$

Для предлагаемого техпроцесса:

$$C_{п.с.} = 80,4 \cdot 1,02 \cdot 116,53 = 9556,39 \text{ руб.}$$

$$C_{п.с.} = 86,32 \cdot 1,02 \cdot 77,44 = 6818,31 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь определяем по формуле [17]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot Ц_{з.г.}, \text{ руб./изд.} \quad (9.12)$$

где $g_{з.г.}$ – расход защитного газа, м³/ч. для базового, $g_{з.г.} = 0,84$ м³/ч;

$Ц_{з.г.}$ – стоимость защитного газа, руб./м³, $Ц_{з.г.} = 51,17$ руб./м³;

Для базового технологического процесса:

$$C_{\Gamma} = 46,7 \cdot 51,17 = 2389,64 \text{ руб/изд.}$$

9.1.7 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (T_C \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{р} \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100], \quad (9.13)$$

где T_C - тарифная ставка на 01.01.2017, руб., $T_C = 43,62$ руб.;

$K_{д}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$K_{д} = 1,15$;

$K_{пр}$ - коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{пр} = 1,5$;

$K_{р}$ - районный коэффициент, $K_{р} = 1,3$;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая - 32,8.

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (43,62 \cdot 102,28) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8 / 100) = 3528,65 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (43,62 \cdot 101,6) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8 / 100) = 3505,19 \text{ руб/изд.}$$

9.1.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

В основу расчета норматива затрат на силовую электроэнергию положена [17]:

$$C_{э.с.} = (N_y \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot K_{\omega} / \eta) \cdot Ц_э \cdot T_0 / 60, \quad (9.14)$$

где N_y - установочная мощность источника питания сварочной дуги, кВт,

K_N и $K_{вр}$ - средние коэффициенты загрузки источника питания по мощности и по времени, $K_N = 0,7$ и $K_{вр} = 0,8$,

$K_{од}$ - средний коэффициент одновременной работы, $K_{од} = 1$,

K_{ω} - коэффициент потерь электроэнергии в сети завода, $K_{\omega} = 1,08$,

η - КПД оборудования. Для базового технологического процесса, $\eta = 0,92$

$Ц_э$ - средняя стоимость электроэнергии по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод», $Ц_э = 1,48$ руб.

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу:

$$C_{э.с.} = (8 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,08 / 0,92) \cdot 1,48 \cdot 5262,6 / 60 = 572,1 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{э.с.} = (8 \cdot 0,7 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1,08 / 0,92) \cdot 1,48 \cdot 5263,8 / 60 = 572,21 \text{ руб.}$$

9.1.9 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле, руб./изд, [17]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{эн} \cdot k_{гп} \cdot Ц_{возд}, \quad (9.15)$$

где $g_{возд}^{эн}$ - расход воздуха, м³/ч. Для изготовления одного основания расход воздуха составляет: $g_{возд}^{эн} = 2,6$ м³/ч;

$k_{гп}$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{гп} = 1,15$;

$Ц_{возд} = 0,184295$ руб/м³, стоимость воздуха на 01.01.2017 г.:

$$C_{возд} = 2,6 \cdot 1,15 \cdot 0,184295 = 0,55 \text{ руб./изд.}$$

9.1.10 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [17]:

$$C_{ao} = [C_o \cdot (1 + \sigma_m) \cdot a_p \cdot \Sigma T_{шк}] / [100 \cdot F_d \cdot K_{зо} \cdot K_{вн} \cdot 60 \cdot N_r], \quad (9.16)$$

где a_p - норма годовых амортизационных отчислений на восстановление оборудования, %,

$K_{зо}$ - коэффициент, учитывающий нормативную нагрузку оборудования. Принимаем $K_{зо} = 0,85$.

$K_{вн}$ - коэффициент, учитывающий выполнение норм выработки. $K_{вн} = 1,2$.

N_r - годовая программа производства изделий, шт., $N_r = 147$ шт.

Амортизация оборудования приведена в таблице 9.8.

Таблица 9.8– Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса			
	Базовый		Предлагаемый	
	$a_p, \%$	$C_{ao},$ руб/ед.год.	$a_p, \%$	$C_{ao},$ руб/ед.год.
Lorch P 5500	19,4	2702	19,4	2702

9.1.11 Определение затрат на амортизацию приспособления

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [17]:

$$C_{a.п} = [C_{пр} \cdot (1 + \sigma_m) - C_{рл}] \cdot C_{п} / T_{пог} \cdot N_r, \quad (9.17)$$

где $C_{рл}$ - выручка от реализации выбывших из эксплуатации приспособления, руб/ед, составляет 2%.

$T_{пог}$ - период погашения стоимости приспособлений, лет. $T_{пог} = 5$ лет.

Результаты расчетов сводим в таблицу 9.9

Таблица 9.9– Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб Ц _{рл} , руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		С _п , шт.	С _{ап} , руб/ед. год	С _п , шт.	С _{ап} , руб/ед. год
Плита сборочно-сварочная	184500 3690	4	984	2	492
Манипулятор сварочный	340000 6800	2	906,7	2	906,7
Приспособление сборочно- сварочное ФЮРА.000001.81.00.000 СБ	30355 607,1	-	-	2	80,95
ИТОГО			1890,7		1479,65

9.1.12 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [17]:

$$C_p = [(R_m \cdot \omega_m + R_{\text{Э}} \cdot \omega_{\text{Э}}) / T_{\text{рц}}] \cdot \Sigma T_{\text{шк}} / (K_{\text{вн}} \cdot 60 \cdot N_{\text{Г}}), \text{руб.изд.} \quad (9.18)$$

где R_m $R_{\text{Э}}$ - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$

ω - затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$ - длительность ремонтного цикла, $T_{\text{рц}} = 8000\text{ч}$.

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 9.10.

Таблица 9.10 - Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	R _э	ω _э	T, ч	C _р , руб/год.
Базовый технологический процесс				
Lorch P 5500	8	1849,5	102,28	363
Итого:				590
Предлагаемый технологический процесс				
Lorch P 5500	8	1849,5	101,6	363
Итого:				590

9.1.13 Определение затрат на содержание здания

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле

$$C_{зд.} = (S \cdot C_{ср.зд.}) / N_{г}, \quad (9.19)$$

где S – площадь сварочного участка, м²;

C_{ср.зд.} – среднегодовые расходы на содержание 1м² рабочей площади, руб./год.м, C_{ср.зд.} = 250 руб./год м.

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу:

$$C_{зд.} = (213 \cdot 250) / 147 = 2025 \text{руб/изд.}$$

По предлагаемому варианту:

$$C_{зд.} = (187 \cdot 250) / 147 = 1897,25 \text{руб/изд.}$$

9.2 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{п} = C + \epsilon_{н} \cdot K, \quad (9.20)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб./ед.,

$\epsilon_{н}$ – норма эффективности дополнительных капитальных затрат, $\epsilon_{н} = 0,15 \text{(руб./ед)/руб.}$ [17].

K – капитальные вложения, руб./ ед. год.

Себестоимость единицы продукции определяется по формуле:

$$C = N_{\Gamma} \cdot (C_M + C_{В.М.} + C_{ЗП.СД.} + C_{Эс} + C_{Возд} + C_a + C_p + C_{зд}), \quad (9.21)$$

где C_M - затраты на основной материал, руб.;

$C_{В.М.}$ - затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$C_{ЗП.СД.}$ - затраты на заработную плату основных рабочих, руб.;

$C_{Эс}$ - затраты на силовую электроэнергию, руб.;

$C_{Возд}$ - затраты на сжатый воздух, руб.;

C_a - затраты на амортизацию оборудования и приспособлений, руб.;

C_p - затраты на ремонт оборудования, руб.;

$C_{зд}$ - затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_0 + K_{пр} + K_{здо}. \quad (9.22)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K = 2050540,8 + 1418000 + 451200 = 3919740,8 \text{ руб./ед. год}$$

$$C = 147 \cdot (110901,68 + 16413,53 + 3528,65 + 572,1 + 2720 + 1890,7 + 2025 + 590 + 0,55) = 20380404,87 \text{ руб./изд.}$$

$$З_{п}^1 = 20380404,87 + 0,15 \cdot 3919740,8 = 20968365,99 \text{ руб./изд.}$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K = 2050540,8 + 1109710 + 421872 = 3582122,8 \text{ руб./изд.}$$

$$C = 147 \cdot (110901,68 + 16374,70 + 3505,19 + 572,21 + 2702 + 1479,65 + 1897,25 + 590 + 0,55) = 20289414,81 \text{ руб./изд.}$$

$$З_{п}^2 = 20289414,81 + 0,15 \cdot 3582122,8 = 20826733,11 \text{ руб./изд.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\mathcal{E} = З_{п}^1 - З_{п}^2, \quad (9.23)$$

$$\mathcal{E} = (З_{п}^1 - З_{п}^2) / N_{\Gamma}. \quad (9.24)$$

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\Xi = 20968365,99 - 20826733,11 = 141632,88 \text{ руб./год.}$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\Xi = 141632,88 / 147 = 963,49 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов показали, что предлагаемый технологический процесс изготовления основания МКЮ.2У.75.08.100.081.00.000 дает положительный экономический эффект.

9.3 Основные технико-экономические показатели участка

1	Годовая производственная программа, шт	147
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	56,6
3	Производственная площадь участка, м ²	187,5
4	Количество оборудования, шт	6
5	Списочное количество рабочих, чел.	9
6	Явочное количество рабочих, чел	8
7	Количество рабочих в первую смену, чел	4
8	Количество вспомогательных рабочих, чел	2
9	Количество ИТР, чел	1
10	Количество МОП, чел	1
11	Количество контролеров, чел	1
12	Разряд основных производственных рабочих, чел	4
13	Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса, руб/год	141632,88

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе для повышения производительности и удешевления производительности спроектирован участок сборки и сварки основания механизированной крепи ФЮРА.МКЮ.2У75.08.100.081.00.000 СБ.

Произведена замена дорогостоящих сборочных плит на сборочно-сварочные приспособления ФЮРА.000001.081.00.000 СБ, обеспечивающие более быструю сборку и позволяют избавиться от приварки технологических распорок.

В результате вышперечисленных изменений время сборки сократилось на 40 минут, а экономический эффект составил 963,49 рублей на изделие.

Так же в данной работе обоснован выбор оборудования, способа сварки, и сварочных материалов.

Список использованных источников

- 1 Китаев А.М. Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. - 256 с.
- 2 Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216с.: ИЛЛ.
- 3 Сварочные материалы для дуговой сварки. Б. П. Конищев, Н. Н. Потапов, С. А. Курланов. М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.
- 4 Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
- 5 Томас К. Н., Ильященко Д.П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. - 247с.
- 6 Оботуров В.И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989 232с.
- 7 Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1980. – 319с.
- 8 Ахумов А.В. Справочник нормировщика. Ленинград, «Машиностроение», 1986, 458с.
- 9 Инверторный сварочный полуавтомат серии Р, LORCH (Германия)[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:<http://www.lorch.ru/catalog/c1/s6/item504/>
- 10 Маслов Б. Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
- 11 Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000.-24с.
- 12 Севбо П.И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования. Киев. «Наукова думка», 1978, - 397с.
- 13 ГОСТ 12.0.0030 - 74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.

Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

14 Куликов О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ. : Академия, 2006 – 176 с.

15 Крицкий А.П. Физиология трудовой деятельности. :Учебное пособие. – Иркутск: БГУЭП, 2006. – 127 с.

16 Пожарная безопасность. Энциклопедия. — М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2007. — 416 с.: ил.

17 Великанов А.П. Экономический расчет технологического процесса. М.: Машиностроение, 1982, 567с.

Приложение А

Спецификация МКЮ.2У.75.08.100

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
					<u>Документация</u>			
	A1			ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.081.00.000 СБ	Сборочный чертеж			
					<u>Сборочные единицы</u>			
Стрел. №			1	ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.110.000	Портал передний	1		
			2	ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.105.000	Элементы крепления коммуникаций	1		
					<u>Детали</u>			
			4	ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.001	Лист нижний	2		
			5	ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.002	Прогон наружный	2		
			6	ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.003	Прогон внутренний	1		
				ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.003-01	Прогон внутренний	1		
			10	ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.006	Косынка	2		
			12	ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.007	Носок	1		
				ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.007-01	Носок	1		
			14	ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.008	Настил	1		
				ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.008-01	Настил	1		
			16	ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.009	Лист задний	1		
				ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.009-01	Лист задний	1		
			18	ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.011	Портал задний	1		
				ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.081.00.000				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
	Разраб.		Македон М.А.			У1	1	3
	Пров.		Кузнецов М.А.					
	И.контр.		Павлов Н.В.					
	Утв.							
Основание						ЮТИ ТПУ гр 10А32		
Копировал						Формат А4		

Приложение В

Технологический процесс

*Приложение В
(обязательное)
Технологический процесс*

<i>Дубл.</i>			
<i>Взам.</i>			
<i>Подл.</i>			

<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

		<i>Листов</i>		
		ФЮРА.МКО.24.75.08.100.08.100.000		
<i>Основание</i>				

*Комплект документов
на технологический процесс
Сборки и сварки*

Разраб. М.А. Македон
Пров. М.А. Кузнецов
Н. контр. Н.В. Павлов

